

УДК 576.895.42 : 576.856 (470 + 73)

© 1995

О ЧАСТОТЕ ГЕНЕРАЛИЗОВАННОЙ ИНФЕКЦИИ
У ВЗРОСЛЫХ ГОЛОДНЫХ КЛЕЩЕЙ РОДА Ixodes
В ОЧАГАХ БОРРЕЛИОЗОВ РОССИИ И США

Г. Г. Москвитина, Э. И. Коренберг, Э. Спилман, Т. В. Щеголева

Исследованиями, проведенными по единой методике, показано, что при сходном уровне зараженности взрослых голодных *I. persulcatus* спирохетами *B. afzelii* и *B. garinii* в природных очагах России, а *I. dammini* спирохетами *B. burgdorferi* s. str. на северо-востоке США генерализованная инфекция с наличием боррелий в слюнных железах клещей имеет место у *I. persulcatus* значительно чаще, чем у *I. dammini*. Подтверждено предположение, согласно которому частота генерализованной инфекции у основных переносчиков различных иксодовых клещевых боррелиозов неодинакова, что, по всей вероятности, объясняется определенным своеобразием взаимоотношений спирохет каждого вида с видами клещей-переносчиков и обуславливает отличия в реализации горизонтальной и вертикальной передачи возбудителей инфекций этой группы.

Боррелиозные заболевания человека, связанные с клещами, как недавно показано (Коренберг, 1993а, 1993б; Kogenberg e. a., 1994; Коренберг, Крючечников, 1995), делятся на две группы, четко отличающиеся по комплексу разнообразных признаков: аргасовые клещевые боррелиозы (АКБ) и иксодовые клещевые боррелиозы (ИКБ). Эти отличия касаются и принципиально важных для эпизоотологии и эпидемиологии боррелиозов особенностей диссеминации возбудителей инфекций каждой группы в их основных переносчиков (Kogenberg e. a., 1994).

Так, спирохеты группы АКБ, как правило, не размножаются в кишечнике клещей *Ornithodoros*. Некоторые из них, проникнув вместе с инфицированной кровью в организм переносчика, проходят через кишечную стенку и попадают в гемолимфу клеща, где и происходит размножение спирохет. Затем они довольно легко проникают в различные органы клеща, включая слюнные железы и генеративные органы. Вследствие этого для аргасовых клещей, зараженных возбудителем АКБ, характерна генерализованная инфекция, обеспечивающая высокий уровень горизонтальной и вертикальной передачи спирохет этими переносчиками (Burgdorfer, 1951; Балашов, 1967, 1968 и др.). Для спирохет группы ИКБ, к которой относятся несколько возбудителей заболеваний, сходных с Лайм-боррелиозом, и этиологический агент непосредственно самой болезни Лайма – *Borrelia burgdorferi* s. str., кишечник иксодовых клещей – нормальная среда их обитания, где они постоянно живут и размножаются. Гемолимфа этих членистоногих, напротив, не является для *B. burgdorferi* s. lato благоприятной для размножения средой. Хотя генерализованная инфекция установлена у спонтанно и (или) экспериментальной зараженных клещей *Ixodes dammini*,¹ *I. pacificus*, *I. ricinus* и *I. persulcatus*, она наблюдается

¹ Существует точка зрения (Oliver e. a., 1993; J. Med. Entomol., vol. 30, N 1, p. 54–63), что *I. dammini* Spielman, Clifford, Piesman et Corwin, 1979 – младший синоним *I. scapularis* Say, 1821 (Примеч. редактора).

значительно реже, чем при АКБ (Burgdorfer e. a., 1983, 1985, 1988; Burgdorfer, 1984, 1989a, 1992; Barbour, Hayes, 1986; Matuschka, Spielman, 1986; Балашов, 1987; Zung e. a., 1988, 1989; Monin e. a., 1989; Gern e. a., 1990; Yonge e. a., 1990; Korenberg e. a., 1994). Соответственно гораздо реже может происходить горизонтальная и вертикальная передача спирохет. В этой связи некоторые исследователи не были уверены даже в самой возможности инокуляции возбудителя болезни Лайма со слюной иксодовых клещей (Benach e. a., 1987). И хотя теперь этот путь передачи возбудителя не вызывает сомнений, американские исследователи считают, что он реализуется через некоторое время (успешнее всего не менее чем через 48 ч) после присасывания клеща, которое необходимо для накопления боррелий в слюнных железах, проникающих сюда из кишечника клеща (Piesman e. a., 1987, 1991; Ribeiro e. a., 1987; Burgdorfer 1989a; Piesman, 1993, 1994; Pollack, Spielman, 1993).

Вместе с тем в очагах, где боррелий передают взрослые *I. persulcatus*, подавляющее большинство заболеваний манифестируется, несмотря на то что инфицированный клещ после укуса находится на теле человека не более одних суток, причем у значительного числа голодных клещей боррелии обнаруживаются не только в кишечнике, но и в слюнных железах (Korenberg e. a., 1994). Сопоставление изложенных фактов дало основание предположить, что частота генерализованной инфекции у основных переносчиков различных ИКБ неодинакова и, следовательно, каждый из возбудителей этой группы может иметь некоторое своеобразие горизонтальной и вертикальной передачи (Korenberg, 1994). В настоящей статье представлены данные, полученные нами в результате специальной проверки этого предположения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Голодных взрослых клещей собирали флагом с растительности в двух природных очагах европейской части России и в одном – на северо-востоке США.

В мае–июне 1992 г. *I. persulcatus* собраны в природном очаге ИКБ, который расположен в Кировском р-не Ленинградской обл. и подробно описан ранее (Коренберг и др., 1988, 1991; Korenberg e. a., 1991). Средняя зараженность клещей этого вида составляет здесь около 34 % (Ковалевский и др., 1983). Полученные от них изоляты боррелий идентифицированы как *B. afzelii* и *B. garinii* (Baranton e. a., 1992; Canica e. a., 1993).

В мае–июне 1992 и 1993 гг. *I. persulcatus* собраны в высокоэндемичных по ИКБ окраинных территориях и ближних пригородах г. Перми, где также циркулируют *B. afzelii* и *B. garinii* (Korenberg e. a., 1994), а средний показатель зараженности клещей около 38 %.

I. daminii собраны в октябре 1993 г. в известном по предшествующим описаниям (Spielman e. a., 1985; Lastavica e. a., 1989) очаге Лайм-боррелиоза вблизи местечка Ипсвич (Ipswich) на востоке штата Массачусетс, где показатель зараженности взрослых клещей местами доходит до 38 % (Piesman e. a., 1986). Как и повсеместно на северо-востоке США (Baranton e. a., 1992), здесь циркулирует *B. burgdorferi* s. str.

До начала дальнейшей работы клещей не выше двух недель хранили при +4°. Живых клещей индивидуально исследовали на наличие боррелий во внутренних органах. Для этого их по методике Сидорова и других (1967) впаивали в смесь парафина, воска и канифоли, промывали этанолом и физиологическим раствором и вскрывали под биноклем, подрезая кутикулу по краям тела. Отсепарированные органы клеща (кишечник, слюнные железы, ганглии, генеративные органы) использовали для приготовления мазков на предметных стеклах: из каждого органа по два отдельных препарата (основной и резервный, которые использовались в дальнейшем в любых сомнительных случаях).

Высушенные и фиксированные на пламени мазки окрашивали по способу Романовского–Гимзы с докраской кристаллическим фиолетовым (Ковалевский и др., 1988).

Сухие окрашенные мазки кишечника и слюнных желез просматривали в световом микроскопе с масляной иммерсией при общем увеличении 1125 раз ($90 \times 2.5 \times 5$). При этом подсчитывали всех боррелий в 250 полях зрения. Концентрацию микробных тел в препарате выражали их числом на 100 полей зрения. Использованы (после пересчета конкретных значений в соответствии с разницей в общем увеличении) предложенных ранее применительно к фиксированным препаратам и увеличению $\times 700$ следующие градации обилия боррелий (степени инфицированности органа) на 100 полей зрения: низкая – 0.1–5; средняя – 5.1–25; высокая – 25.1–125, очень высокая – > 125 (Левин и др., 1993). При обнаружении боррелий в слюнных железах генерализованная инфекция у клеща подтверждена аналогичным просмотром препаратов его ганглий и органов размножения.

В общей сложности исследовано 740 *I. persulcatus* (381 из Ленинградской обл. и 359 из Пермской обл.) и 156 – *I. dammini*.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Средний уровень зараженности *I. persulcatus* в тех участках Ленинградской и Пермской обл., где собраны клещи для настоящего исследования, по предварительным данным (см. выше) был очень сходным. Это позволило для большей репрезентативности суммарно анализировать данные, полученные нами по этому виду. Так, из 740 *I. persulcatus* боррелии были обнаружены у 194, причем у 169 только в кишечнике, а у остальных 25 как в кишечнике, так и в слюнных железах, а также в других органах. Из 156 клещей *I. dammini* зараженным оказался 41; из них лишь у одного клеща боррелии выявлены не только в кишечнике, но и в слюнных железах. По этим результатам рассчитаны показатели зараженности клещей (табл. 1). В целом доля клещей с боррелиями, как и доля клещей, содержавших этих спирохет только в кишечнике, у обоих видов оказалась практически сходной. Несмотря на это, процент зараженных особей с генерализованной инфекцией был заметно выше у *I. persulcatus*, причем различия с аналогичным показателем для *I. dammini* абсолютно достоверны ($t = 3.1$).

Среди зараженных клещей обоих видов преобладали особи с низкой и средней концентрацией боррелий в кишечнике. У *I. persulcatus* было примерно аналогичное

Таблица 1
Показатели зараженности клещей боррелиями
Table 1. Indices of borrelia infection in ticks

Вид	Процент особей с боррелиями ($P \pm 2mp$)			Процент особей с генерализованной инфекцией от числа зараженных ($P \pm 2mp$)
	всего	только в кишечнике	в кишечнике и слюнных железах	
<i>I. persulcatus</i>	26.2 ± 3.2	22.8 ± 3.1	3.4 ± 1.3	12.9 ± 4.8
<i>I. dammini</i>	26.3 ± 7	25.6 ± 7	0.6 ± 1.2	2.4 ± 4.8

Таблица 2

Соотношение особей (в %) с различной концентрацией боррелий в кишечнике и слюнных железах среди зараженных клещей

Table 2. Rates (per cents) of infected ticks with various borrelia concentrations in gut and salivary glands

Вид клеща и орган	Концентрация боррелий			
	низкая	средняя	высокая	очень высокая
<i>I. persulcatus</i>				
кишечник	42	39	13	6
слюнные железы	56	32	12	
<i>I. dammini</i>				
кишечник	63	20	17	
слюнные железы	См. текст			

соотношение числа особей с различной концентрацией этих бактерий в слюнных железах. Единственный положительный препарат слюнных желез *I. dammini* содержал 0.4 микробных тел на 100 полей зрения (табл. 2).

Вместе с тем у *I. persulcatus* не отмечено четко выраженного нарастания доли клещей с боррелиями в слюнных железах при увеличении уровня концентрации микробных тел в их кишечнике. Различия минимального и максимального значений этой доли (табл. 3) оказались недостоверными ($t = 1.3$).

Корреляция между рядами конкретных значений числа боррелий на 100 полей зрения в кишечнике и слюнных железах у 25 особей *I. persulcatus* с генерализованной инфекцией не выявлена ($r = -0.23$).

Таблица 3

Доля *Ixodes persulcatus* с генерализованной инфекцией среди клещей с разной концентрацией боррелий в кишечнике

Table 3. Portion of *Ixodes persulcatus* with generalized infection among the ticks with various borrelia concentrations in gut.

Концентрация боррелий в кишечнике клеща	Число клещей	Из них с боррелиями в слюнных железах	
		абс. число	% ($P \pm 2mp$)
Низкая	82	8	9.7 ± 6.6
Средняя	76	10	13.2 ± 7.8
Высокая и очень высокая	36	7	19.4 ± 13.4
Всего	194	25	12.9 ± 4.8

ОБСУЖДЕНИЕ

Представленные материалы (табл. 1, 2) прежде всего свидетельствуют о том, что при сходном уровне зараженности взрослых *I. persulcatus* спирохетами *B. garinii* и *B. afzelii*, а взрослых *I. dammini* спирохетами *B. burgdorferi* s. str. и даже при близком соотношении в природных очагах числа зараженных особей с разной концентрацией боррелий в кишечнике, генерализованная инфекция у *I. persulcatus* наблюдается значительно чаще. При этом наши результаты по *I. dammini* полностью совпадают с данными, которые были ранее получены в США. Так, у 77 взрослых зараженных клещей этого вида, собранных в штате Нью-Йорк, спирохеты были обнаружены только в кишечнике (Burgdorfer e. a., 1982). Среди исследованных позднее 179 зараженных *I. dammini* особи с генерализованной инфекцией составили по нашему расчету всего 2.2 ± 2.2 % (Burgdorfer e. a., 1988; Burgdorfer, 1989b).

Очень резко контрастируют с этой цифрой весьма репрезентативные данные по *I. pacificus* из Калифорнии, которые, как показано совсем недавно (Postic, Baranton, 1994), являются переносчиками не только *B. burgdorferi* s. str., но и оригинальной группы боррелий – DN 127. Так, из 1687 взрослых *I. pacificus* зараженными оказались только 25, но у 8 из них (32 ± 19 %) была генерализованная инфекция (Burgdorfer e. a., 1985).

У *I. ricinus* в Центральной Европе системная инфекция по одним данным (Burgdorfer e. a., 1983) встречается у 5.5 ± 5.4 %, а по другим (Burgdorfer e. a., 1988) – у 5.3 ± 4.2 % зараженных клещей. Приведенные цифры выше, чем аналогичные показатели для *I. dammini*, но существенно ниже, чем для *I. persulcatus*. Если в дальнейшем они будут подтверждены на более репрезентативном материале, то наряду с другими факторами это прояснит причину меньшей эффективности *I. ricinus* как переносчика в очагах ИКБ по сравнению с *I. persulcatus* (Коренберг и др., 1991; Korenberg e. a., 1991; Коренберг, 1993).

Итак, наши материалы и литературные сведения подтверждают предположение о том, что каждому ИКБ свойственна определенная частота генерализованной инфекции, сопровождающаяся у голодных клещей – основных переносчиков возбудителя – присутствием боррелий в их слюнных железах (Коренберг, 1994).

Это явление, в основе которого несомненно лежит требующая дальнейшего изучения специфика взаимоотношений каждого вида боррелий со своими переносчиками, видимо, имеет важное эпидемиологическое и эпизоотологическое значение. Так, клещи *I. dammini* в США, очевидно, лишь в редких случаях способны передавать *B. burgdorferi* s. str. со слюной сразу или вскоре после присасывания к естественному хозяину или к человеку, что подтверждают и экспериментальные данные (Piesman e. a., 1987, 1991; Piesman, 1993, 1994; Pollack, Spielman, 1993). Такие случаи, по нашим расчетам, основанным на известных показателях спонтанной зараженности *I. dammini* и частоты присутствия боррелий в слюнных железах этих клещей до начала их питания, могут, очевидно, иметь место примерно 1 раз на каждые 100 клещевых укусов или даже еще реже. Передача *B. afzelii* и *B. garinii* видом *I. persulcatus* вскоре после присасывания клещей может происходить значительно чаще: в Пермской и Ленинградской обл. России в 4–5 случаях на каждые 100 клещевых укусов. Практика показывает, что в такой ситуации люди заражаются, хотя в большинстве случаев клещ находится на теле не более суток (Korenberg e. a., 1994).

Различия в вероятности передачи возбудителей ИКБ в разные сроки с момента присасывания их переносчиков, обусловленные частотой присутствия боррелий в слюнных железах голодных клещей, следует принимать во внимание при организации профилактики этих заболеваний (Korenberg e. a., 1994).

Это исследование частично поддержано грантом FIRCA 00 097.

Список литературы

- Балашов Ю. С. Кровососущие клещи (Ixodoidea) переносчики болезней человека и животных. Л.: Наука, 1967. 319 с.
- Балашов Ю. С. Трансовариальная передача спирохеты *Borrelia sogdiana* клещем *Ornithodoros papillipes* и ее влияние на биологические особенности возбудителя // Паразитология. 1968. Т. 2. С. 198–201.
- Балашов Ю. С. Организм иксодовых клещей как среда обитания возбудителей трансмиссивных инфекций // Паразитол. сб. 1987. Т. 34. С. 48–69.
- Ковалевский Ю. В., Коренберг Э. И., Левин М. Л. Сезонная и годовая вариабельность зараженности клещей *Ixodes persulcatus* и *I. ricinus* возбудителем болезни Лайма // Проблемы клещевых боррелиозов. М., 1993. С. 137–146.
- Ковалевский Ю. В., Крючечников В. Н., Коренберг Э. И. Сравнительная оценка двух методов индикации боррелий в клещах-переносчиках болезни Лайма // Мед. паразитол. 1988. № 5. С. 75–77.
- Коренберг Э. И. Боррелиозы // Руководство по эпидемиологии инфекционных болезней. Т. 2. М.: Медицина, 1993а. С. 382–392.
- Коренберг Э. И. Проблемы болезни Лайма в России // Проблемы клещевых боррелиозов. М., 1993б. С. 13–21.
- Коренберг Э. И., Ковалевский Ю. В., Кузнецова Р. И., Фонарев Л. С., Чурилова А. А., Антыкова Л. П., Калинин М. И., Крючечников В. Н., Мебель В. Д., Щербakov С. В., Ковтуненко С. С. Выявление и первые результаты изучения болезни Лайма на северо-западе СССР // Мед. паразитол. 1988. № 1. С. 45–48.
- Коренберг Э. И., Крючечников В. Н. Иксодовые клещевые боррелиозы – новая группа заболеваний человека // Журн. микробиол., эпидемиол. и иммунобиол. 1995.
- Коренберг Э. И., Кузнецова Р. И., Ковалевский Ю. В., Василенко З. Е., Мебель В. Д. Основные черты эпидемиологии болезни Лайма на северо-западе СССР // Мед. паразитол. 1991. № 3. С. 14–17.
- Левин М. Л., Ковалевский Ю. В., Пискунова А. Ю., Щеголева Т. В. Оценка степени индивидуальной инфицированности клещей возбудителем болезни Лайма путем микроскопии фиксированных препаратов // Проблемы клещевых боррелиозов. М., 1993. С. 157–162.
- Сидоров В. Е., Гроховская И. М., Крючечников В. Н. Поддержание штаммов риккетсий *Dermacentroxenus sibiricus* на клещах *Ornithodoros lahorensis* Neumann // Мед. паразитол. 1967. № 3. С. 323–327.
- Baranton G., Postic D., Saint Girans I., Boeriin P., Pffaretti G.-C., Assous M., Grimont P. A. D. Delineation of *Borrelia burgdorferi sensu stricto*, *Borrelia garinii* sp. nov., and group VS 464 associated with Lyme borrelioses // Intern. J. System. Bacter. 1992. Vol. 42, N 3. P. 378–383.
- Barbour A. G., Hays S. Biology of *Borrelia* species // Microbiol. Rev. 1986. Vol. 50, N 4. P. 381–400.
- Benach J. L., Coleman J. K., Skinner R. A., Bosler E. M. Adult *Ixodes dammini* on rabbits: a hypothesis for the development and transmission of *Borrelia burgdorferi* // J. Infect. Dis. 1987. Vol. 155. P. 1300–1306.
- Burgdorfer W. Analyse des Infektionsverlaufes bei *Ornithodoros moubata* (Murray) und der natürlichen Übertragung von *Spirochaeta duttoni* // Acta Tropica. 1951. Vol. 8, N 3. P. 193–262.
- Burgdorfer W. Discovery of the Lyme disease spirochete and its relation to tick vectors // Yale J. Biol. Med. 1984. Vol. 57. P. 515–520.
- Burgdorfer W. Vector-host relationships of the Lyme disease spirochete, *Borrelia Burgdorferi* // Rheumatic Disease Clinics of North America. Philadelphia: W. B. Saunders Company. 1989a. Vol. 15, N 4. P. 775–787.
- Burgdorfer W. *Borrelia burgdorferi*: its relationship to tick vector // Lyme borrelioses. II. Stuttgart. N. Y.: Gustav Fisher Ver. 1989b. Zbl. Bact. Suppl. 18. P. 8–13.
- Burgdorfer W. Vector/spirochete relationships of arthropod-borne borrelioses // First International Conference on Tick-Borne Pathogens at the Host-Vector Interface: an Agenda for Research. Proceedings and Abstracts. Saint Paul. USA. 1992. P. 111–120.
- Burgdorfer W., Barbour A. Y., Hayes S. F., Benach Y. L., Grunwaldt E., Davis Y. P. Lyme disease – a tick-borne spirochetosis? // Science. 1982. Vol. 216. P. 1317–1319.
- Burgdorfer W., Barbour A. Y., Hayes S. F., Peter O., Aeschlimann A. Erythema chronicum migrans – a tick-borne spirochetosis // Acta Tropica. 1983. Vol. 40. P. 79–83.
- Burgdorfer W., Hayes S. F. and Benach J. Development of *Borrelia burgdorferi* in Ixodid tick vector // Ann. New York Acad. Sci. 1988. Vol. 539. P. 172–179.
- Burgdorfer W., Lane R. S., Barbour A. Y., Gresbrink R. A., Anderson J. R. The western blacklegged tick, *Ixodes pacificus* a vector of *Borrelia burgdorferi* // Am. J. Trop. Med. Hyg. 1985. Vol. 34. P. 925–930.

- Canica M. M., Nato F., Merle L., Mazie J. C., Baranton G., Postic D. Monoclonal antibodies for identification of *Borrelia afzelii* sp. nov., associated with late cutaneous manifestations of Lyme borreliosis // *Scand. J. Infect. Dis.* 1993. Vol. 25. P. 441–448.
- Gern L., Zhu Z., Aeschlimann A. Development of *Borrelia burgdorferi* in *Ixodes ricinus* females during blood feeding // *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* 1990. Vol. 65, N 2. P. 89–93.
- Korenberg E. I. Problems of epizootiology, epidemiology and evolution associated with modern *Borrelia* taxonomy // *Present Status of Lyme Disease and Biology of Lyme Borrelia. Proceedings of the International Symposium on Lyme Disease in Japan. Kanazaji, Hamamatsu, Shizuoka, Japan. November 12 1994.* P. 17–47.
- Korenberg E. I., Kovalevsky Yu. V., Kryuchevnikov V. N., Gorelova N. B. Tick *Ixodes persulcatus* Schulze, 1930 as a vector of *Borrelia burgdorferi* // *Modern acarology. Academia, Prague and SPB Academic Publishing bv. The Hague.* 1991. Vol. 1. P. 119–123.
- Korenberg E. I., Moskvitina G. G., Vorobyeva N. N. Prevention of human borreliosis after infected ticks bite // *Proceedings of the VI International Conference on Lyme Borreliosis. Bologna: Soc. Ed. Esculapio.* 1994. P. 209–211.
- Lastavica C. C., Wilson M. L., Berardi V. P., Spielman A., Deblinger R. D. Rapid emergence of a focal epidemic of Lyme disease in coastal Massachusetts // *New England J. Med.* 1989. Vol. 320. P. 133–137.
- Matuschka F. R., Spielman A. The emergence of Lyme disease in changing environment in north America and central Europe // *Exp. Appl. Acarol.* 1986. N 2. P. 337–353.
- Monin R., Gern L., Aeschlimann A. A study of the different modes of transmission of *Borrelia burgdorferi* by *Ixodes ricinus* // *Lyme Borreliosis. II. Stuttgart. N. Y.: Gustav Fischer Ver.* 1989. Zbl. Bact. Suppl. 18. P. 14–20.
- Piesman J. Dynamics of *Borrelia burgdorferi* transmission by nymphal *Ixodes dammini* ticks // *J. Inf. Dis.* 1993. Vol. 167. P. 1082–1085.
- Piesman J. Dispersal of *Borrelia burgdorferi* to the salivary glands of nymphal ticks during the act of feeding // *VI International Conference on Lyme Borreliosis. Programm and Abstracts. Bologna, Italy, June 19–22, 1994.* N. Oo16W.
- Piesman J., Mather T. N., Donahue J. G., Levin J., Campbell J. D., Karakashian S. J., Spielman A. Comparative prevalence of *Babesia microti* and *Borrelia burgdorferi* in four populations of *Ixodes dammini* in eastern Massachusetts // *Acta Tropica.* 1986. Vol. 43. P. 263–270.
- Piesman J., Mather T. N., Sinsky R. J., Spielman A. Duration of tick attachment and *Borrelia burgdorferi* transmission // *J. Clin. Microbiol.* 1987. Vol. 25, N 3. P. 557–558.
- Piesman J., Maupin G. O., Campos E. G., Happ Ch. Duration of adult female *Ixodes dammini* attachment and transmission of *Borrelia burgdorferi*, with description of a needle aspiration on isolation methods // *J. Infect. Dis.* 1991. Vol. 163. P. 895–897.
- Pollack R., Spielman A. The vector – reservoir interface in the transmission of the agent of Lyme disease // *First International Congress of Vector Ecology. Program and Abstracts. San Diego, California, USA, 1993.* P. 31.
- Postic D., Baranton G. Molecular fingerprinting and phylogeny of *Borrelia burgdorferi sensu lato* // *Present Status of Lyme Disease and Biology of Lyme Borrelia. Proceedings of the International Symposium on Lyme Disease in Japan. Kanazaji, Hamamatsu, Shizuoka, Japan. November 12 1994.* P. 133–147.
- Ribeiro J. M. C., Mather T. N., Piesman J., Spielman A. Dissemination and salivary delivery of Lyme disease spirochetes in vector tick (Acari: Ixodidae) // *J. Med. Entomol.* 1987. Vol. 24. P. 201–205.
- Spielman A., Wilson M. L., Levine J. E., Piesman J. Ecology of *Ixodes dammini*-borne human babesiosis and Lyme disease // *Annu. Rev. Entomol.* 1985. Vol. 30. P. 439–460.
- Yong Du, Xiyao Tou, Xiaming Wu, Qien Zhang. Dissimination and transovarial transmission of *Borrelia burgdorferi* in *Ixodes persulcatus* (Acari: Ixodidae) // *Chin. Vector Biol. and Control J.* 1990. Vol. 1, N 6. P. 367–369.
- Zung J. L., Lewengrub S., Rudzinska M. A., Spielman A., Telford S. R. Fine structural evidence for the penetration of the Lyme disease spirochete *Borrelia burgdorferi* through the gut and salivary tissues of *Ixodes dammini* // *Can. J. Zool.* 1989. Vol. 67. P. 1737–1748.
- Zung J. L., Lewengrub S., Rudzinska M. A., Telford III S. R., Spielman A. The ultrastructure of *Borrelia burgdorferi* in *Ixodes dammini* // *63rd Annual Meeting Program and Abstracts. Am. Soc. Parasit. Winston-Salem, North Carolina. July 31–August 4, 1988.* P. 52.

НИИЭМ им. Н. Ф. Гамалеи РАМН, Москва, 123098;
Гарвардская школа здравоохранения,
Бостон

Поступила 30.01.1995

ON FREQUENCIES OF GENERALIZED INFECTION IN UNFED ADULT TICKS
OF THE GENUS IXODES IN RUSSIAN AND AMERICAN FOCI OF THE BORRELIOSIS

G. G. Moskvitina, E. I. Korenberg, A. Spielman, T. V. Shchyogolova

Key words: *Ixodes*, Borreliosis, focus, generalized infection.

SUMMARY

A total of 740 adult *Ixodes persulcatus* ticks were collected from the vegetation by flagging in Russian foci where *Borrelia afzelii* and *B. garinii* circulate, and 156 *I. dammini*² ticks were collected in north-western USA regions in foci with *B. burgdorferi* s. str. circulation. Smears prepared from the internal organs of ticks were stained according to Romanovsky-Giemsa and analyzed under a microscope at a $\times 1125$ magnification. All borreliae in 250 microscopic fields were counted, and concentration of microbial bodies per 100 microscopic fields was determined.

The general level of infection by *Borrelia* in both vectors was similar: 26.2×3.2 in *I. persulcatus* and 26.3 ± 7 in *I. dammini*. However, the proportions of ticks with generalized infections differ considerably (12.9 ± 4.8 in *I. persulcatus* compared with 2.4 ± 4.8 in *I. dammini*; significance of difference $t = 3.1$). We did not reveal any definite increase in the proportion of ticks with borreliae in the salivary glands among ticks with high concentrations of microbial bodies in the gut. In 25 *I. persulcatus* ticks with generalized infections, series of actual numbers of borreliae (per 100 microscopic fields) found in the gut and salivary glands did not correlate with one another ($r = -0.23$).

These results confirm our previous conclusion (Korenberg, 1994) that frequencies of generalized infection in main vectors of different ixodid tick-borne borrelioses are also different, which is probably due to peculiarities of relationships between spirochetes of each species and corresponding tick vectors. These factors can be responsible for differences in the ways of horizontal and vertical transmission of pathogens belonging to the group under study.

This study was supported in part by FIRCA Grant 00 097.

² There is the viewpoint (Oliver e. a., 1993, J. Med. Entomol. Vol. 30, N 1. P. 54-63) that *I. dammini* Spielman, Clifford, Piesman et Corwin, 1979 is the junior synonym of *I. scapularis* Say, 1821 (the footnote of the editor).